Caldasia 17 (1): 115-120, 1992

ENSAYO DE MARCADO-RECAPTURA PARA LA ESTIMACION DE TASAS DE CRECIMIENTO EN PECES ARRECIFALES DEL GENERO *ACANTHURUS* EN EL CARIBE COLOMBIANO

SERGIO A. DUARTE
Apartado Aéreo 1167, Bucaramanga, Colombia

ARTURO ACERO P.
Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales), Apartado 1016 (INVEMAR), Santa Marta, Colombia.

Resumen

Se empleó la técnica de marcado y recaptura en peces marinos para establecer tasas de crecimiento mensual y relaciones longitud- peso para las tres especies del género *Acanthurus,* durante las épocas de sequía (surgencia) y lluvias en el área de Punta de Betín, Santa Marta, Colombia.

Abstract

The mark and recapture technique was used with the three species of the genus *Acanthurus* in order to establish growth rates and length-weight relationships during the upwelling and rainy seasons in the area of Punta de Betín, Santa Marta, Colombia.

Introducción

La mayoría de los estudios de edad y crecimiento en regiones tropicales se han realizado con especies capturadas por arte de arrastre; comparativamente poco se conoce sobre el crecimiento, mortalidad y reclutamiento de los peces arrecifales para determinar su explotabilidad, con excepción de los estudios realizados por Munro (1974, 1980), hasta el punto que sólo se tiene información sobre una pequeña minoría de especies potenciales para la pesca comercial y artesanal. El principal propósito de este trabajo fue el de estimar parámetros de crecimiento a partir de los datos obtenidos del marcado-recaptura y frecuencias de longitud de las especies de *Acanthurus* (Perciformes: Acanthuridae) en Santa Marta: *A. coeruleus* Schneider, *A. chirurgus* (Bloch) y *A. bahianus* Castelnau.

Estos peces presentan actividad diurna, movimiento en cardúmenes y carácter de residentes bentónicos y/o suprabentónicos. Son capturados frecuentemente por las trampas de los pescadores artesanales, que los incluyen en parte de su dieta. Metodológicamente este es un trabajo pionero en la utilización de la técnica de marcado-recaptura a nivel marino en Colombia, en lo que respecta a censos seudomuestrales y tasas mensuales de crecimiento en una comunidad de peces arrecifales. Se comparan los resultados con los obtenidos por Randall (1962) en el Caribe y se aportan nuevos datos que permitirán en un futuro realizar un manejo y conservación de las especies en la región de Santa Marta.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el infralitoral rocoso de Punta de Betín, Santa Marta (11° 15' N, 74° 13' W). Las capturas se realizaron con cuatro nasas rectangulares de 1.2 x 0.9 x 0.4 m, cubiertas con malla tipo gallinero de ojo hexagonal de 1.5 cm de lado por 3.5 cm de alto y con una abertura cónica de 16 cm; las trampas se colocaron a una profundidad máxima de 10 m.

Se usó el sistema de marcas con discos plásticos laminados de Petersen de 12.70 y 9.52 mm de diámetro (Floy Tag & Manufacturing Co., Seattle, EE.UU.), grabados con la sigla INVEMAR, numerados y de colores azul claro y marrón rojizo, de acuerdo con el color natural de las especies. Las marcas se aseguraron con alambre de acero inoxidable de 0.5 mm de diámetro cosido a un botón transparente de 6 mm de diámetro, que se ajustó con el disco a la base de los radios dorsales posteriores.

Para el manejo de los peces se diseñó un ictiómetro-prensa, construido en madera, acolchonado con espuma sintética y con una escala laminada en mm. El ictiómetro constó de dos tablas con un pequeño corte rectangular cerca del borde, que permitió prensar, inmovilizar y medir el pez mientras se marcaba la aleta dorsal que quedaba al descubierto. Los peces fueron pasados de la nasa a una jaula plegable de plástico con ganchos para ser fijada al borde de la lancha, lo que permitía mantener los peces vivos durante el marcaje individual y retorno al agua.

Entre septiembre de 1984 y marzo de 1985 se aplicaron un total de 487 marcas a individuos de más de 80.0 mm LT de las tres especies de *Acanthurus*, así: 87 *A. coeruleus* (137-170 mm LT), 200 *A. chirurgus* (120-180 mm LT) y 200 *A. bahianus* (120-280 mm LT); las recapturas se realizaron periódicamente entre octubre de 1984 y junio de 1985.

Para obtener las estimaciones de los promedios de crecimiento en los peces recapturados se compararon la longitud total de marcado (LTi) y la de recaptura (LTj) (Rabinovich, 1980). Se empleó la ecuación lineal denominada ploteo de Gulland y Holt (Pauly, 1983) para calcular la longitud asintótica (L) y el coeficiente de crecimiento (k)

$$a - k*\bar{L}\infty \approx (Ltj - Lti)/No.\ días,$$

incluyendo sólo los peces recapturados que crecieron más de 2 mm en el intervalo.

De manera alterna se realizaron capturas con nasas de las tres especies de *Acanthurus* estudiadas en el área de Santa Marta para estimar la relación entre la talla y el peso de cada población; se examinó el mismo número de hembras que de machos. Para el crecimiento expresado en la relación longitud-peso se tomó la ecuación $P = a*L^b$, donde P es el peso en gramos, L es LT en milímetros y b es el coeficiente de alometría (Pauly, 1979). Los datos se ajustaron a una regresión lineal tomando el logaritmo natural (Ln) de la ecuación, el coeficiente de determinación (r^2) y el coeficiente de correlación (r).

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los datos de las recapturas, en la Tabla 2 aparecen las estimas resultantes de aplicar el ploteo de Gullland y Holt a los peces recapturados que crecieron más de 2 mm en el intervalo, mientras que en la Tabla 3 se encuentran las relaciones longitud-peso de las tres especies. El índice de recaptura fue del 8% para *A. coeruleus,* 3.5% para *A. chirurgus* y 6% para *A. bahianus.*

Discusión

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO POR ESPECIE

Acanthurus coeruleus

Los promedios de incremento en talla estuvieron entre 0.81 y 2.10 mm por mes con períodos que variaron entre 148 y 179 días. Aunque las marcaciones se realizaron sobre ejemplares de tallas grandes, el incremento obtenido es relativamente rápido, dado que la recaptura se dio en amplios períodos de tiempo. Si tenemos en cuenta que la abundancia de peces adultos y juveniles de esta especie es menor que para las otras dos en Punta de Betín (Duarte, 1985), la recaptura es alta frente al número marcado.

La relación longitud-peso se estableció con 60 ejemplares, 80-371 mm LT. Se halló un coeficiente de alometría (b) de 2.989, con tendencia a un crecimiento isométrico. Según Ricker (1975), este crecimiento se presenta cuando la longitud y el peso cambian a una tasa constante. La curva en incremento en peso se presenta a partir de los 100 mm en LT (Fig. 1).

Acanthurus chirurgus

Los promedios de incremento en talla estuvieron entre 1.33 y 2.53 mm por mes en intervalos de 22 a 246 días. En general la recaptura es baja

Tabla 1. Datos de recaptura de peces marcados para las tres especies estudiadas en Punta de Betín. E ejemplar, LTi longitud total inicvial, Fi fecha inicial, LTj longitud total recaptura, Fj fecha recaptura, LTm longitud total media, D días de marcación, L crecimiento/mes, T temperatura promedio; las longitudes están dadas en milímetros y las temperaturas en °C.

E	LTi	Fi	LTj	Fj	LTm	D	L	T
A. coeruleus								
1	324	06-10-84	328	03-03-85	326.0	148	0.81	26.1
2	268	06-11-84	273	23-04-85	270.5	168	0.89	25.5
3	240	17-11-84	249	19-06-85	244.5	173	1.56	25.9
4	232	17-11-84	240	19-06-85	236.0	182	1.31	25.9
5	215	06-11-84	220	03-04-85	275.0	148	1.01	25.5
6	187	06-11-84	198	03-06-85	192.5	179	1.84	25.9
7	145	28-11-84	157	19-06-85	151.0	171	2.10	25.9
A. chirurgus								
8	240	06-10-84	254	12-06-85	247.0	246	1.70	26.2
9	230	06-11-84	245	01-06-85	237.5	205	2.19	25.9
10	210	06-10-84	218	06-04-85	214.0	180	1.33	25.9
11	202	06-11-84	203	28-11-84	202.5	22	1.36	28.4
12	182	02-11-84	197	03-05-85	189.5	181	2.48	25.6
13	160	06-10-84	171	25-02-85	165.5	139	2.37	26.1
14	150	06-10-84	168	09-06-85	159.0	213	2.53	26.2
A. bahianus								
15	210	06-10-84	218	06-04-85	214.0	180	1.33	25.9
16	202	06-11-84	205	28-11-84	203.5	22	1.36	28.0
17	190	06-10-84	212	03-06-85	201.0	237	2.78	26.2
18	190	28-11-84	190	29-11-84	190.0	1	0.00	28.0
19	186	06-10-84	186	23-10-84	186.0	17	0.00	28.4
20	170	02-11-84	198	10-04-85	184.0	158	5.30	25.5
21	180	15-03-85	182	10-06-85	181.0	85	0.70	26.3
22	174	15-03-85	179	17-05-85	176.5	62	2.41	25.8
23	175	25-02-85	179	06-04-85	177.0	41	2.92	25.7
24	157	28-11-84	174	20-06-85	165.5	232	2.19	25.9
26	130	06-11-84	149	29-06-85	139.5	233	2.44	25.9

Tabla 2. Estimas de la longitud asintótica (L α , del coeficiente de crecimiento (k) y del crecimiento mensual (Lm) para las tres especies estudiadas; se indica además el porcentaje recapturado de la población marcada (%).

Especie	%	L α	k	Lm
A. coeruleus	8.0	414.88	0.007510	3.119-0.007510*LT
A. chirurgus	3.5	430.50	0.008718	3.745-0.008718*LT
A. bahianus	6.0	248.50	0.008718	3.745-0.008718*LT

Tabla 3. Relaciones longitud-peso para las tres especies estudiadas; se indican el coeficiente de determinación (r^2), el coeficiente de correlación (r) y el logaritmo natural del peso (LnP). LnLT es el logarítmo natural de la longitud total.

Especie	n	r^2	r	LnP
A. coeruleus	60	0.994	0.997	-19.765 + 2.989*LnLT
A. chirurgus	180	0.966	0.997	-11.059 + 3.033*LnLT
A. bahianus	460	0.973	0.900	-10.232 + 2.830*LnLT

frente a las otras dos especies; en el área de trabajo su abundancia es alta, aunque algo menor que la de *A. bahianus* (Duarte, 1985). Se trabajaron los datos de 180 ejemplares, 35-320 mm LT, obteniéndose un coeficiente de alometría (b) de 3.033 para la relación longitud-peso, que se ajusta al crecimiento isométrico según Ricker (1975) con un aumento proporcional talla-peso. Se tienen los 70 mm en LT como el punto donde el incremento en peso deja de ser igual al de longitud (Fig. 1).

Acanthurus bahianus

Los promedios de incremento en talla se situaron entre 0.70 y 9.23 mm, presentándose diferencias debido a las épocas de recaptura. Por ejemplo, un pez marcado inicialmente con 152 mm pre-

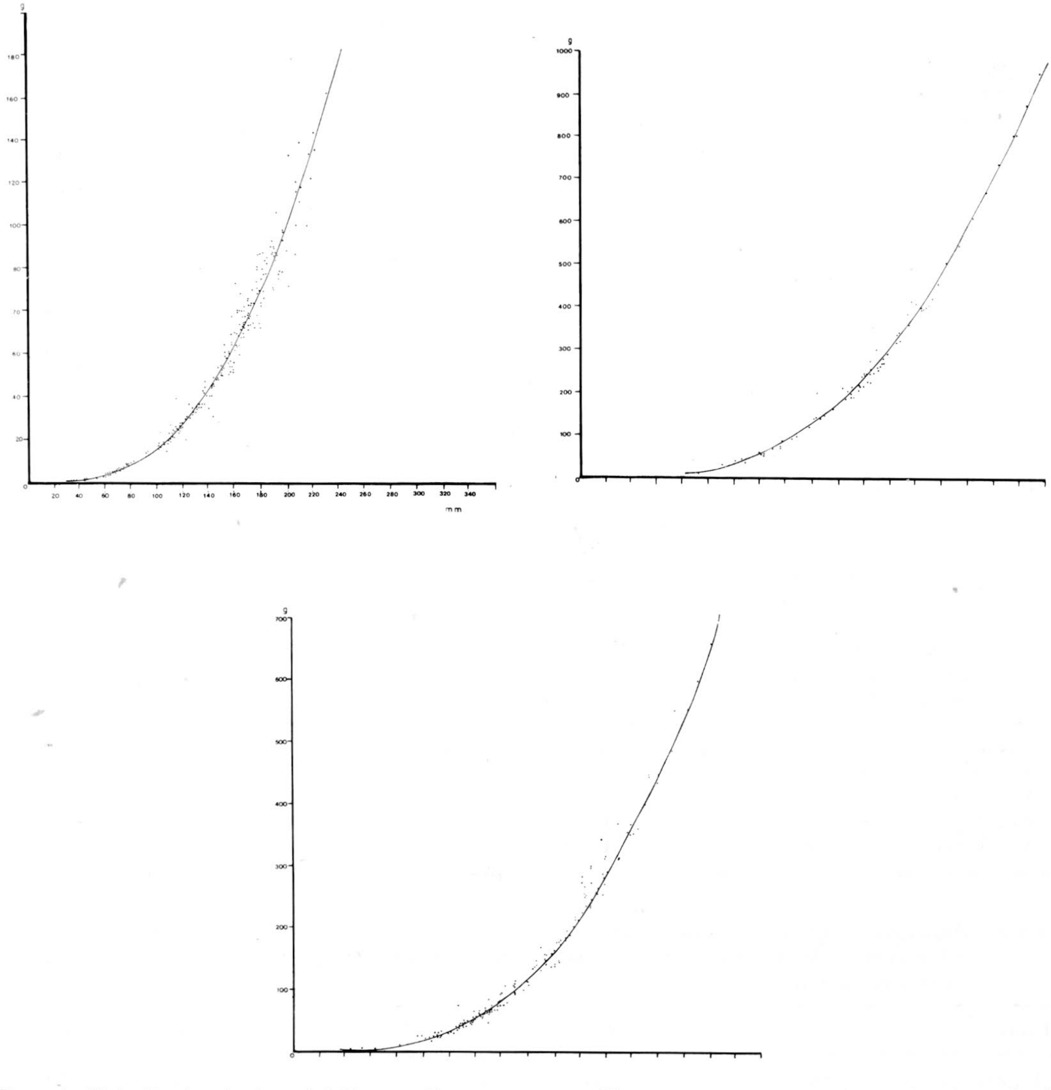

Figura 1. Relación longitud total (LT) en milímetros y peso (P) en gramos para machos y hembras de *A. coeruleus*(arriba a, izquierda), *A. chirurgus* (arriba, derecha) y *A. bahianus* (abajo); en la Tabla 2 se presentan las relaciones y coeficientes involucrados.

sentó un crecimiento mensual de 9.23 mm durante el mes de octubre, cuando la temperatura del agua fue en promedio 28.0 °C; mientras que otro con 157 mm inicialmente y marcado en la misma época, mostró un crecimiento de sólo 2.19 mm mensuales, porque fue recapturado en junio, después de haber pasado por un período de lento crecimiento en aguas menos cálidas, entre 22.2 y 26.3°C (Tabla 1). Así como es ampliamente asumido que el crecimiento de los peces en las zonas templadas oscila entre estaciones, también se cree que los peces tropicales y de arrecifes coralinos deben crecer de un modo uniforme a través del año, ya que se supone que el promedio de temperatura anual es alto y las diferencias entre las temperaturas del agua entre estaciones son mucho menores (Pauly e Ingles, 1981). Los resultados de este estudio sugieren que existen diferencias estacionales de crecimiento en los peces a pesar de la latitud tropical de Santa Marta.

La relación longitud-peso se estimó para 460 ejemplares, 35-280 mm LT; el coeficiente de alometría (b) fue de 2.83, presentando un crecimiento ligeramente alométrico con tendencia a ser isométrico y un inicio de incremento en peso superior a la longitud a partir de los 35 mm LT (Fig. 1).

ANÁLISIS GENERAL. De un número inicial de 487 peces marcados de las tres especies se recapturaron 27; este rendimiento es aceptable teniendo en cuenta la abundancia y la densidad de los acanthúridos observados en Punta de Betín, frente al total de los ejemplares marcados. Las tasas de crecimiento fueron estimadas en su mayoría con tallas por encima de los 100 mm LT, mostrando diferencias claras para las dos épocas climáticas principales demarcadas en la región de Santa Marta (sequía, diciembre-abril; lluvias, mayo-noviembre, principalmente septiembre-noviembre). Los peces marcados y recapturados durante la temporada lluviosa presentaron tasas de crecimiento superiores a los peces recapturados durante la época seca, cuando se presenta el fenómeno de surgencia, con un afloramiento de aguas relativamente frías (T sequía, 26°C; T lluvias, 28°C; Acero y Garzón, 1987). Según Pauly (1983) longitudes asintóticas de considerable magnitud para las especies, así como coeficientes de crecimiento bajos, corresponden a promedios de crecimiento de peces en aguas de temperaturas relativamente bajas. Nuestros resultados muestran el impacto que causa la temperatura en el crecimiento de los peces en la región de Santa Marta; entonces a un nivel tropical las condiciones no son uniformes y se pueden presentar respuestas similares a las de los peces de aguas subtropicales. Randall (1961) demostró que el crecimiento de peces marcados de una especie de *Acanthurus* en Hawaii cesó parcialmente durante los meses de invierno, cuando la temperatura desciende a promedios de 24°C, no muy por debajo de los promedios mensuales de temperatura (25-26°C) registrados durante los meses de surgencia en Santa Marta. Las oscilaciones estacionales en el crecimiento de los acanthúridos presentan una interrelación directa con la madurez sexual y las fluctuaciones de temperatura; en Santa Marta existe una relación entre la disponibilidad de alimento y la temperatura, representada en la variación espacio-temporal de la abundancia de macroalgas y la surgencia (Duarte y Acero, 1988). Así mismo, los picos de desove para las especies coinciden con el inicio de la temporada de lluvias (veranillo de San Juan y época fuerte de lluvias), posiblemente debido a las condiciones favorables de la temperatura para el crecimiento (Duarte, 1985).

Usando el método de marcado-recaptura en las Islas Vírgenes e ignorando los individuos que no presentaron crecimiento, Randall (1962) encontró en *A. coeruleus* un promedio de crecimiento de 1.3 mm mensuales para tallas entre 95 y 190 mm en longitud horquilla (LH) (aproximadamente 98-214 mm LT), en *A. chirurgus* entre 86 y 181 mm LH (aproximadamente 89-203 mm LT), crecimientos de 2.3 mm mensuales, y para *A. bahianus* de 97-137 mm y 140-180 mm LH (aproximadamente 106-152 y 156-202 mm LT) crecimientos de 2.7 y 1.0 mm por mes; él concluyó que la temperatura tuvo poca o ninguna influencia en el crecimiento de los peces marcados. Pauly e Ingles (1981), usando un método paramétrico, demostraron que existe correlación cuando se toma en cuenta el efecto simultáneo de la longitud media, las capturas repetitivas y la temperatura sobre las tasas de crecimiento presentadas por Randall (1962).

Agradecimientos

Agradecemos a los científicos y personal técnico del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín (INVEMAR), Santa Marta, Colombia, en especial a J. Garzón-Ferreira, K. Müller, L. Botero, A. López y J. González, y a J. Gallo (INDERENA, Santa Marta), por su colaboración en el campo, suministro de información, ayuda en el manejo y programación de análisis, y comentarios para el presente estudio; la financiación provino del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas", COLCIENCIAS (30003-1-24-80 y 30003-1-30-81.

Literatura Citada

Acero P., A. & J. Garzón F. 1987. Peces arrecifales de la región de Santa Marta (Caribe colombiano). I. Lista de especies y comentarios generales. *Acta Biol. Col.* 1 (3): 83-105.

Duarte, S.A. 1985. Estudio de algunos aspectos biológicos y ecológicos de las especies de peces del género *Acanthurus* (Pisces: Perciformes: Acanthuridae) en la región de Santa Marta. Tesis de Grado Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

—— **& A. Acero P.** 1988. Hábitos alimentarios de los peces del género *Acanthurus* (Perciformes: Acanthuridae) en la región de Santa Marta (Caribe colombiano). *Rev. Biol. Trop.* 36 (2B): 399-405.

Munro, J.L. 1974. The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Scientific Report ODA/UWI Fisheries Ecology Research Project: 1969-73. Part V.m. Summary biological ecological data pertaining to Caribbean fishes. *Res. Rep. Zool. Dept. Univ. West Indies* 3: 1-24.

——.1980. Stock assessment models: applicability and utility in tropical small-scale fisheries. In: S. P. Saila & P. M. Roedel (eds.), Stock assessment for tropical small-scale fisheries. University of Rhode Island.

Pauly, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. *Ber. Inst. Meereskd.* 63: 1-156.

——.1983. Some simple methods for the assesment of tropical fish stocks. FAO Fish. *Tech. Pap.* 234: 1-52.

—— **& J. Ingles.** 1981. Aspects of the growth and natural mortality of exploited coral reef fishes. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp.* 1: 89-98.

Rabinovich, J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. *Inst. Venez. Invest. Cient.*, Caracas.

Randall, J.E. 1961. A contribution to the biology of the convict surgeonfish of the Hawaiian Islands, *Acanthurus triostegus sandvicensis. Pac. Sci.* 15: 215-272.

——.1962. Tagging reef fishes in the Virgin Islands. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 14: 201-241.

Ricker, W.E. 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 1-382.